



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **05120817 A**(43) Date of publication of application: **18.05.93**(51) Int. Cl. **G11B 21/08**(21) Application number: **03308441**(22) Date of filing: **28.10.91**(71) Applicant: **HITACHI LTD**(72) Inventor: **HAMADA YOSUKE
OTSUKI HARUAKI
HIRAI HIROTAKE**(54) **METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING POSITIONING HEAD**

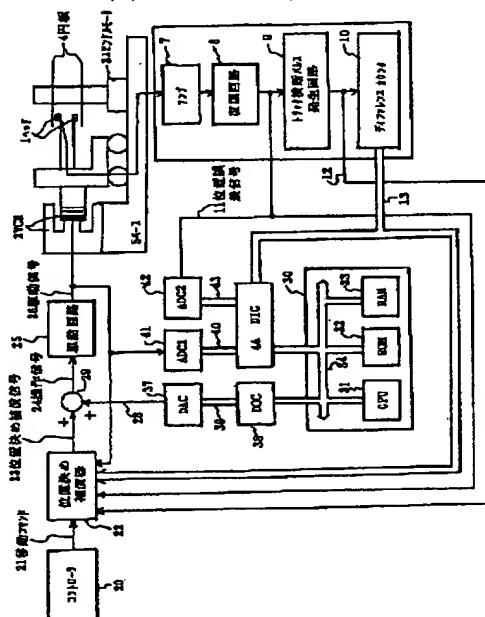
(57) Abstract:

PURPOSE: To suppress residual vibration due to disturbance and internal force and to improve positioning accuracy and also to shorten the access time by inputting a driving signal and positional information and inferentially calculating a disturbance compensating signal.

CONSTITUTION: A servo signal read out by a head 1 is amplified by an amplifier 7 and is sent to a demodulation circuit 8. A position error signal 11 of a regular polarity corresponding to a track number is outputted by the demodulation circuit 8, and is inputted to a microcomputer 30. The detected position error signal 11 and the driving signal 26 are inputted to the microcomputer 30 consisting of a CPU 31, a ROM 32 and a RAM 33. Then, a head position when the disturbance and internal force are not given is inferred by the computer 30 with its prescribed operation, and from a difference between this and the detected head position, the disturbance compensating signal 28 is outputted. The disturbance compensating signal 28 and a positioning compensating signal 23 are added up by an adder 29,

and an operating signal 24 is outputted.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-120817

(43)公開日 平成5年(1993)5月18日

(51)IntCl.⁵

G11B 21/08

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

B 8425-5D

審査請求 未請求 請求項の数11(全 14 頁)

(21)出願番号 特願平3-308441

(22)出願日 平成3年(1991)10月28日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 浜田 洋介

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 大槻 治明

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 平井 洋武

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(74)代理人 弁理士 高崎 芳紘

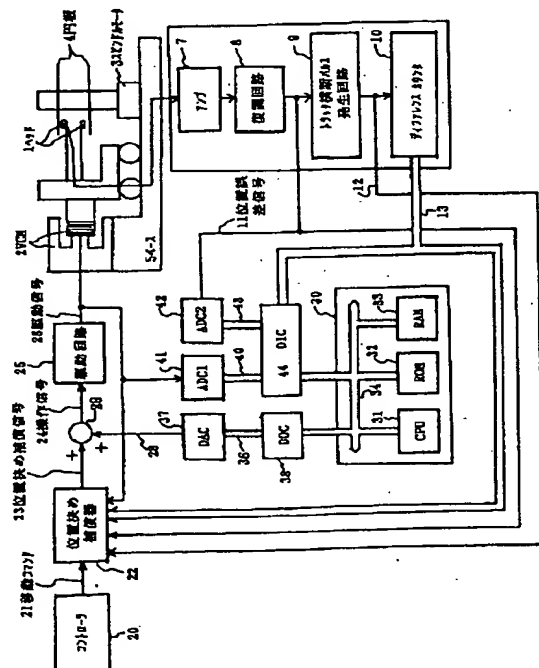
(54)【発明の名称】 ヘッド位置決め制御方法及び装置

(57)【要約】

【目的】 磁気ディスク装置のヘッド位置決め制御系を改善する。

【構成】 検出された位置誤差信号11と駆動信号26から、マイクロコンピュータ30により外乱及び内力が加わっていないときのヘッド位置を推定し、これと検出したヘッド位置との差を外乱補償信号28として駆動信号26を補正する。

【効果】 外乱や内力に起因した残留振動を抑制でき、位置決め精度の向上とアクセス時間の短縮を図ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ディスクからヘッドにより読みだされたサーボ情報からヘッドの位置に関する位置情報を検出し、この検出された位置情報と与えられた目標位置とを位置決め補償手段に入力して位置決め補償信号を生成し、この位置決め補償信号を駆動回路に入力して、ヘッドが固定されたアクチュエータを駆動する駆動信号を生成し、この駆動信号によってヘッドが前記目標位置へ移動されるように制御するヘッド位置決め制御方法に於て、前記駆動信号及び位置情報を入力として外乱補償信号を推定算出し、この推定算出された外乱補償信号を前記位置決め補償信号に加算し、前記駆動信号を補正することを特徴とする位置決め制御方法。

【請求項2】 ディスクへのデータアクセスに先立って前記推定算出用の内部変数に初期値を与えて推定を行わせ、この推定の結果による駆動信号の補正が上記データアクセス開始時にすぐに行えるようにしたことを特徴とする請求項1記載のヘッド位置決め制御方法。

【請求項3】 ディスクからヘッドにより読みだされたサーボ情報からヘッドの位置に関する位置情報を検出する位置検出手段と、この手段により検出された位置情報と与えられた目標位置とを入力して、位置決め補償信号を生成する位置決め補償手段と、前記位置決め補償信号を入力してヘッドが固定されたアクチュエータを駆動する駆動信号を生成する駆動回路と、前記駆動信号及び位置情報を入力して外乱補償信号を推定算出する推定手段と、この推定手段により推定された外乱補償信号と前記位置決め補償信号とを加算する加算手段と、前記駆動信号によりヘッドが前記目標位置へ移動するように制御する制御手段を備えることを特徴とするヘッド位置決め制御装置。

【請求項4】 ディスクへのデータアクセスに先立って推定算出用の内部変数に初期値を与えて前記推定手段で推定を行わせ、この推定の結果による前記駆動信号の補正が前記データアクセス開始時にすぐに行えるようにしたことを特徴とする請求項3記載のヘッド位置決め制御装置。

【請求項5】 ディスクのサーボ情報がディスク面の半径方向及び周方向の位置を示す情報である場合に、前記推定手段に記憶手段を付加し、前記推定手段は、ディスク装置の電源がオンとされたとき及び予め定められた一定周期毎に各トラック毎に外乱補償信号を推定して前記記憶手段に格納し、ディスクのデータアクセス時には前記記憶手段に格納された対応トラックの前記外乱補償信号を用いて前記駆動信号の補正を行うことを特徴とする請求項3記載のヘッド位置決め制御装置。

【請求項6】 前記推定手段は、予め定められたトラックに関してのみ前記サーボ信号を用いた外乱補償信号の推定を行い、他のトラックに関する外乱補償信号は前記サーボ信号を用いて求めた推定外乱補償信号の補間によ

り推定することを特徴とする請求項5記載のヘッド位置決め制御装置。

【請求項7】 ディスクの1つの面がサーボ情報のみのサーボ面であり、他の全ての面がサーボ情報とデータを記録した共用面であるディスク装置のヘッド位置決め制御装置において、上記サーボ面に対向するサーボヘッドで読み出されたサーボ情報からサーボヘッドの位置情報を検出する第1の検出手段と、前記共用面に対向するデータヘッドで読み出されたサーボ情報からデータヘッドの位置情報を検出する第2の検出手段と、この第2の検出手段により検出された位置情報と与えられた目標位置とを入力して位置決め補償信号を生成する位置決め補償手段と前記位置決め補償信号を入力してヘッドが固定されたアクチュエータを駆動する駆動信号を生成する駆動回路と、前記駆動信号及び位置情報を入力して外乱補償信号を推定算出する推定手段と、この推定手段により推定された外乱補償信号と前記位置決め補償信号とを加算する加算手段と、前記駆動信号によりヘッドが前記目標位置へ移動するように制御する制御手段を備えることを特徴とするヘッド位置決め制御装置。

【請求項8】 前記推定手段と補正手段との間に、予め定められた遮断周波数を持つハイパスフィルタを設けて成る請求項7記載のヘッドの位置決め制御装置。

【請求項9】 ディスクへのデータアクセスに先立って推定算出用の内部変数の初期値を与えて前記推定手段で推定を行わせ、この推定の結果による前記駆動信号の補正がデータアクセス開始時にすぐに行えるようにしたことを特徴とする請求項7または8記載のヘッド位置決め制御装置。

【請求項10】 前記ディスクは磁気ディスクとする請求項1～9のいずれか1つに記載のヘッドの位置決め制御装置。

【請求項11】 前記ディスクは光ディスクとする請求項1～9のいずれか1つに記載のヘッド位置決め制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、磁気ディスク装置や光ディスク装置などのヘッド位置決め制御方法及び装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】磁気ディスクにおいては、円板の回転数の上昇にともなって磁気ヘッドが浮上する方式が一般的であり、データ記憶エリアの保護のために、起動及び停止時にはヘッドをデータエリアの外に位置づける制御が行われる。このために、リトラクトバネと呼ばれるばねでヘッド駆動用のアクチュエータを一方向に押し付けたり、アクチュエータの自重でヘッドを非データエリアに退避する方式がとられている。このばね力やアクチュエータ自身の自重といった外力は、ヘッド位置決め制御系

に与える影響が大きく、定常位置偏差や移動方向の違いによる過渡応答のばらつきをもたらす。また磁気ディスク装置では、円板は高速回転しているため、回転周波数で振動し、この振動が位置信号に外乱として重畳される。さらに磁気ディスク装置では、外界からの振動を遮断するために、円板やアクチュエータを登載するベースとメインベースとの間にダンパを挿入することが一般に行われるが、アクチュエータがヘッドを移動させるときに生じる駆動力は、ベースに反力となって伝わり、ベースや円板に振動を引き起こす。これらの振動は、ヘッド位置決め制御系に外乱として作用する。この結果、ヘッドを目標トラックまで移動位置決めし、円板上のデータをアクセスするためには、ベース振動や円板振動が小さくなるまで待つ必要があるため、目標トラックまでのヘッドの移動時間、すなわちアクセス時間が延びてしまうという問題があった。

【0003】また、従来の光ディスク装置では、ヘッドを移動位置決めするために、大きな距離を移動させるためのコースアクチュエータと、コースアクチュエータの先に微少な位置決めを行うためのファインアクチュエータが用意されており、ヘッドはファインアクチュエータの上に登載されている。微少な位置決めを行うには、ファインアクチュエータが動作している必要があるが、ファインアクチュエータのストロークに比べて円板の偏心が大きき場合は、コースアクチュエータだけで位置決めを行わざるを得ないため、位置決め精度が低下するという問題があった。

【0004】これらの問題に対処するための従来の外乱補償方法としては、特公平1-43378号公報に記載のように、推定速度信号と速度信号の誤差信号をフィードバックして、電力増幅器の入力に外乱打ち消し信号として加算することにより補償する方法や、特開昭57-94961号公報に記載のように、アクチュエータの駆動力の反力による振動エネルギーを吸収するダンピング機構を設けたディスク装置などが提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ディスク記憶装置の大容量化と高速化にともなって、トラック幅の狭小化、アクチュエータの軽量化が著しいが、この結果外乱や内力起因する振動の影響はますます無視できなくなっている。前述したように、ディスク記憶装置の円板中心と重心が一致していないとき、円板は回転周波数で振動し、またヘッドを目的のトラックまで移動させる際のアクチュエータ駆動力の反力によるベース振動は、ヘッドが目標トラックに到達してデータを読み書きしているときにも残留振動として残っていることがある。これらの振動を従来の閉ループ系の応答周波数を増大することで抑制するのは、ヘッド支持機構系の共振特性から限界がある。また外乱を推定する方法としての、上記した特公平1-43378号公報記載の、検出速度信号と推定速

度信号の誤差を増幅してフィードバックする手法は、低周波の外乱を抑制できるが、速度信号として高周波のノイズを含んだ位置信号を微分した信号を用いるため、速度信号のS/Nが高周波領域で低下し、位置微分回路の周波数帯域を高くすることができない。従って高周波の外乱及び振動を抑制できないという欠点があった。一方、特開昭57-94961号公報記載の方法は、アクチュエータ駆動力の反力エネルギーをダンピング機構で吸収し振動を低減することはできるが、アクチュエータに外乱が作用したり、円板が偏心したり、円板支持部材が振動した場合には、これらの振動を抑制できないという問題がある。

【0006】本発明の目的は、外乱や内力起因した振動を抑制し高精度なヘッド位置決めとアクセス時間の短縮を図ることが可能なヘッド位置決め制御方法及び装置を提供するにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、ディスクからヘッドにより読みだされたサーボ情報からヘッドの位置に関する位置情報を検出し、この検出された位置情報と与えられた目標位置とを位置決め補償手段に入力して位置決め補償信号を生成し、この位置決め補償信号を駆動回路に入力して、ヘッドが固定されたアクチュエータを、駆動する駆動信号を生成し、この駆動信号によってヘッドが前記目標位置へ移動されるように制御するヘッド位置決め制御方法に於て、前記駆動信号及び位置情報を入力として外乱補償信号を推定算出し、この推定算出された外乱補償信号を前記位置決め補償信号に加算し、前記駆動信号を補正することとした（請求項1）。

【0008】更に本発明は、ディスクへのデータアクセスに先立って前記推定算出用の内部変数に初期値を与えて推定を行わせ、この推定の結果による駆動信号の補正が上記データアクセス開始時にすぐに行えるようにした（請求項2）。

【0009】更に本発明は、ディスクからヘッドにより読みだされたサーボ情報からヘッドの位置に関する位置情報を検出する位置検出手段と、この手段により検出された位置情報と与えられた目標位置とを入力して、位置決め補償信号を生成する位置決め補償手段と前記位置決め補償信号を入力してヘッドが固定されたアクチュエータを駆動する駆動信号を生成する駆動回路と、前記駆動信号及び位置情報を入力して外乱補償信号を推定算出する推定手段と、この推定手段により推定された外乱補償信号と前記位置決め補償信号とを加算する加算手段と、前記駆動信号によりヘッドが前記目標位置へ移動するように制御する制御手段を備えるようにした（請求項3）。

【0010】更に本発明は、ディスクへのデータアクセスに先立って推定算出用の内部変数に初期値を与えて前記推定手段で推定を行わせ、この推定の結果による前記

駆動信号の補正が前記データアクセス開始時にすぐに行えるようにした（請求項4）。

【0011】更に本発明は、ディスクのサーボ情報がディスク面の半径方向及び周方向の位置を示す情報である場合に、前記推定手段に記憶手段を付加し、前記推定手段は、ディスク装置の電源がオンとされたとき及び予め定められた一定周期毎に各トラック毎に外乱補償信号を推定して前記記憶手段に格納し、ディスクのデータアクセス時には前記記憶手段に格納された対応トラックの前記外乱補償信号を用いて前記駆動信号の補正を行うこととした（請求項5）。

【0012】更に本発明は、前記推定手段は、予め定められたトラックに関してのみ前記サーボ信号を用いた外乱補償信号の推定を行い、他のトラックに関する外乱補償信号は前記サーボ信号を用いて求めた推定外乱補償信号の補間により推定することとした（請求項6）。

【0013】更に本発明は、ディスクの1つの面がサーボ情報のみのサーボ面であり、他の全ての面がサーボ情報とデータを記録した共用面であるディスク装置のヘッド位置決め制御装置において、上記サーボ面に対向するサーボヘッドで読み出されたサーボ情報からサーボヘッドの位置情報を検出する第1の検出手段と、前記共用面に対向するデータヘッドで読み出されたサーボ情報からデータヘッドの位置情報を検出する第2の検出手段と、この第2の検出手段により検出された位置情報と与えられた目標位置とを入力して位置決め補償信号を生成する位置決め補償手段と前記位置決め補償信号を入力してヘッドが固定されたアクチュエータを駆動する駆動信号を生成する駆動回路と、前記駆動信号及び位置情報を入力して外乱補償信号を推定算出する推定手段と、この推定手段により推定された外乱補償信号と前記位置決め補償信号とを加算する加算手段と、前記駆動信号によりヘッドが前記目標位置へ移動するように制御する制御手段を備えることとした（請求項7）。

【0014】更に本発明は、前記推定手段と補正手段との間に、予め定められた遮断周波数を持つハイパスフィルタを設けて成る（請求項8）。

【0015】更に本発明は、ディスクへのデータアクセスに先立って推定算出用の内部変数の初期値を与えて前記推定手段で推定を行わせ、この推定の結果による前記駆動信号の補正がデータアクセス開始時にすぐに行えるようにした（請求項9）。

【0016】更に本発明は、前記ディスクは磁気ディスク又は光ディスクとした（請求項10、11）。

【0017】

【作用】外乱や内力に起因する振動が、位置決め制御系に作用していないとき、検出されたヘッド位置信号と推定手段により推定された推定位置信号とは一致する。しかし、外乱や内力に起因する振動が、位置決め制御系に作用しているときはこれらの信号の間に誤差を生じる。

この誤差は、外乱や内力に起因する振動を打ち消すのに必要な信号であるから、これを外乱補償信号として駆動回路に入力することで、外乱や振動を打ち消して、位置決め精度の向上とアクセス時間の短縮を図ることができる。

【0018】

【実施例】以下、本発明を実施例により詳細に説明する。図1は本発明のヘッド位置決め制御を適用した磁気ディスク装置の一実施例を示すブロック線図で、アクチュエータとしてボイスコイルモータ（VCM）2を用いている。ボイスコイルモータ2は、スピンドルモータ3により回転駆動される円板4上の任意のトラックまでヘッド1を移動させ位置決めすることが可能である。これらの構成要素は、すべてベース5上に搭載されている。

【0019】位置検出器6は、アンプ7、復調回路8、トラック横断パルス発生回路9、ディファレンスカウンタ10から構成されている。円板4上には、サーボ信号が記録されており、ヘッド1で読み出されたサーボ信号はアンプ7で増幅され、復調回路8に送られる。復調回路8では、主位置誤差信号PESN（図示せず）と90度位相の異なる副位置誤差信号PESQ（図示せず）を作成し、これらの誤差信号からトラック番号に応じて極性の整った位置誤差信号11を作成し出力する。またトラック横断パルス発生回路9は、位置誤差信号11を受けて隣接するトラックの境界でトラック横断パルス12を発生する。これら各信号の時間関係を図3に示す。また、ディファレンスカウンタ10は、トラック横断パルス12の数をカウントして目標トラックまでのデジタル残トラック数13を出力する。

【0020】コントローラ20が移動コマンド21を位置決め補償器22に発行すると、位置決め補償器22は位置決め補償信号23を出力する。この位置決め補償信号23の演算法としては、たとえばMEE & DANIEL "MAGNETIC RECORDING", Vol. 2, McGraw-Hill の53～84頁に記載のものがある。これは位置誤差信号11、デジタル残トラック数13、トラック横断パルス12と駆動信号26を入力とし、ヘッド1が目標トラックの近くに到達するまでのシーク動作に対しては速度制御系により演算し、目標トラックに近くなってからのフォロイング動作に対しては位置制御系により演算するもので、本実施例でもこの方法を用いるものとする。この位置決め補償信号23を発生する手段は、アナログ制御系であってもよいし、デジタル制御系であっても構わない。

【0021】外乱及び振動を相殺する外乱補償信号を推定するための、本実施例の特徴とする推定手段と補正手段は、CPU31、ROM32、RAM33及びそれらを結合するためのバス34から構成されるマイクロコンピュータシステム30が中心であり、これとデジタル外乱補償信号36を保持するためのデジタル出力回路（DOC）38と、デジタル外乱補償信号36を外乱

補償信号28に変換するためのDA変換器(DAC)37と、駆動信号26をデジタル駆動信号40に変換するための第1のAD変換器(ADC1)41と、位置誤差信号11をデジタル位置誤差信号43に変換するための第2のAD変換器(ADC2)42と、デジタル残トラック数13及びデジタル駆動信号40及びデジタル位置誤差信号43をマイクロコンピュータシステム30に読み込むためのデジタル入力回路(DIC)44と、加算器29とから構成されている。加算器29は、外乱補償信号28と位置決め補償信号23を加算した信号である操作信号24を出力する。外乱補償信号28は、アクチュエータであるボイスコイルモータ2に作用する外力や、ボイスコイルモータ2が発生する駆動力の反力で発生するベース振動やディスク振動を打ち消す信号である。このため、定常位置偏差や残留振動が発生しないため、高速高精度なヘッド位置決めが可能となる。

【0022】図2のブロック線図は、図1の実施例のヘッド制御系を等価的な機能ブロック図で示したもので、マイクロコンピュータシステム30内で実現されるアルゴリズムは離散時間系の伝達関数で表されており、 z^{-1} は1サンプルの遅延を意味する演算子である。その他の構成要素は、連続時間系の伝達関数として表現されており、ラプラス演算子を s で、駆動回路25のゲインを K 、 (A/V) 、ボイスコイルモータ2の力定数を K_f (N/A)、ヘッド1を登載した可動部の質量を M (kg)、ヘッド1からデジタル位置誤差信号43までのゲインを K_2 (カウント/ m)、ヘッド1からデジタル残トラック数13までのゲインを K_3 (カウント/ m)、駆動信号26からデジタル駆動信号40までのゲインを K_1 (カウント/ V)として表している。また、外乱として、外力 D_1 と振動(ベース振動や円板振動) D_2 が加えられている。

【0023】ゲイン G_1 、 G_2 、 L_1 、 L_2 、 H は駆動信号26からデジタルヘッド位置信号 Y までの伝達関数モデルから作られた離散時間系の同次元オブザーバのゲインであり、次式で表される。

$$G_1 = K_f \cdot T^2 / (2M \cdot K_1)$$

$$G_2 = K_f \cdot T / (M \cdot K_1)$$

$$L_1 = 2(1 - q \cdot \cos \alpha) / K_2$$

$$L_2 = (1 + q^2 - 2q \cos \alpha) / (T \cdot K_2)$$

$$H = -M \cdot L_2 / (K_f \cdot T \cdot K_a \cdot G_{DA})$$

ただし

$$q = \exp(-\zeta \omega T)$$

$$\alpha = \cos \{ \omega T (1 - \zeta^2)^{1/2} \}$$

で、 ω 及び ζ は推定の速さ及び減衰定数を表し、DA変換器37のゲインを G_{DA} ($V/\text{カウント}$)で表す。抑制したい振動の角周波数を ω_1 とすると、 ω はその数倍の周波数に設定し、また ζ は0.7位に設定される。

【0024】図4はマイクロコンピュータシステム30

によるデジタル外乱補償信号 W の導出のための処理をフローチャートで示したもので、図1、図3、図4を用いて本実施例の動作を説明する。まずAD変換器41とデジタル入力回路44により駆動信号26をデジタル化してサンプリングし、デジタル駆動信号 I とし

(図2ゲイン K_1 、ステップ100)、またAD変換器42とデジタル入力回路44により位置誤差信号11をデジタル化してサンプリングしたデジタル位置誤差信号 Y_1 を求める(図2ゲイン K_2 、ステップ10

1)。さらにデジタル入力回路44によりデジタル残トラック数13をサンプルしたデジタル残トラック信号 Y_2 を求める(図2のゲイン K_3 、ステップ10

2)。上記の信号 Y_1 、 Y_2 は K_2 、 K_3 という異なる感度で検出されているから、

$$Y = Y_1 + (K_2/K_3) \cdot Y_2$$

によって検出感度を修正した加算を行い、デジタルヘッド位置信号 Y を求める(ステップ103)。

【0025】次にこのデジタルヘッド位置信号 Y から、後述のようにして計算されたデジタル推定ヘッド位置信号 Y_h を差し引いたデジタル推定位置誤差信号 $Y_c = Y - Y_h$ を算出し(ステップ104)、さらにこれにゲイン H を乗じてデジタル外乱補償信号 $W = H \cdot Y_c$ を求める(ステップ105)。この外乱補償信号 W は

デジタル出力回路38、DA変換器37を経由して出力され(ステップ106)、アナログ外乱補償信号28として出力される。この出力が終わると、次のサンプルに備えてデジタル推定ヘッド位置信号 Y_h の計算を開始する。この計算は次の3つの式により実行される：

$$\text{ステップ107: } X_{1h} = X_{1h} + T \cdot X_{2h} + G_1 \cdot I + L_1 \cdot Y_c$$

$$\text{ステップ108: } X_{2h} = X_{2h} + G_2 \cdot I + L_2 \cdot Y_c$$

$$\text{ステップ109: } Y_h = K_2 \cdot X_{1h}$$

ここで I 、 Y_c の値はその時点のデジタル駆動信号、デジタル推定位置誤差信号であり、ステップ107、108の右辺のデジタル推定位置信号 X_{1h} 、デジタル推定速度信号 X_{2h} は1回前のサンプリング時にステップ107、108で算出されたそれぞれの値であり、ステップ109右辺の X_{1h} はその時点でステップ107で算出された値である。この後、マイクロプロセッサシステム30は、ステップ100からの処理時間が T 秒経過するまで処理を中断し、処理時間が T 秒経過した場合は、ステップ100へ分岐する(ステップ110)。外乱補償器は以上のように、ステップ100からステップ110までの動作を、 T 秒間隔で繰り返し行う。

【0026】ヘッド可動部に作用する外力、円板4の回転周期振動、あるいはシーク動作中のボイスコイルモータ2の駆動力の反力で発生するベース5や円板4の振動などが存在しないとき、以上のようにして計算されるデジタル推定ヘッド位置信号 Y_h は、ステップ107～109の処理に相当する図1の部分が実際のボイスコイ

ルモータ2やヘッドの応答特性をシュミレートしているから、デジタルヘッド位置信号Yと一致する。しかし外乱や振動が存在しているとき、デジタルヘッド位置信号Yとデジタル推定ヘッド位置信号 Y_h の間に外乱や振動に基づく誤差が生じる。デジタル推定位置誤差信号 Y_e はこの誤差を表すので、これにゲイン補正のための定数Hを掛けて得た外乱補償信号Wは外乱や内力起因する振動を相殺するのに必要な信号となる。

【0027】この外乱補償信号Wの推定演算と補正動作は、ヘッドの移動開始前から常時行っていることが一番のぞましい。しかし、ヘッドの移動開始からデジタル推定ヘッド位置信号 Y_h を推定するには、移動の伴う全トラック上へのヘッド位置を推定できるような、演算語長の長いCPUか浮動小数点演算を行うCPUが必要となり、CPUとしては高価なものになってしまう。そこで、固定小数点演算を行う安価なCPUでも、目標トラックのデータのリードライト中の外乱や振動を抑制する方法として、目標トラックの数トラック前から推定手段を動作させ、さらにデータを読み書きする前に補正手段を動作させる方法がある。例えば、目標トラックの1トラック前から推定手段を動作させ、目標トラックの4分の1トラック手前から補正動作を行うと、推定手段の演算レンジは1トラック分を演算するだけなので、安価な固定小数点CPUでも十分な性能を引き出せる。また、推定の応答速度を速めるために、推定の開始に先立って内部変数、例えばデジタル推定位置信号 X_h にデジタルヘッド位置信号Yに比例した値を初期設定し、デジタル推定速度信号 X_v にデジタルヘッド位置信号Yを近似微分演算して得た速度信号を初期設定する。近似微分の演算方法としては、例えば後退差分法が挙げられる。この初期値設定によって、データアクセス時に推定が働き、駆動信号の補正が開始と同時に可能になる。

【0028】従来の磁気ディスク装置のシーク動作例を図5に、本実施例のシーク動作例を図6にそれぞれ示す。図5は、従来の磁気ディスク装置に於て、ヘッドが32トラックの距離をシークして目標トラックにフォロイングしたときの様子を、主位置誤差信号PESNで示したものである。図3に示したように、主位置誤差信号PESNは、2トラック進む度に零を横切するため、信号PESNは三角波状の波形となり、最終的には零に整定する。しかし、ヘッド移動中のボイスコイルモータ2の駆動力がベース5に反力として伝わり、ベース5及び円板4が振動を引き起こすので、目標トラックに到達したのち、目標トラックにヘッドが追従できず、振動していることが分かる。一方、図6は本実施例による磁気ディスク装置の同じ条件での動作を示したもので、図5の場合と同様に、三角波状の応答を示し、最終的には零に整定する。しかし、ベース振動と円板振動があるにも関わらず、目標トラックに到達してからは振動は全く発生せず、残留振動を抑制している様子がよくわかる。

【0029】図7は本発明の方法を適用した磁気ディスク装置の他の実施例を示すブロック線図で、図1と同一番号をつけたブロックは同一内容のブロックを示す。図1と異なるのは、位置検出器が6a、6bと2個設けられ、またDA変換器37出口にハイパスフィルタ50を設置した点である。位置決め補償器22は、コントローラ20から移動コマンド21を受け、サーボ信号データ信号共用面4bに対向したヘッド1bを、目的のトラックまで移動位置決めするように、位置決め補償信号23を出力する。このために、ヘッド1bから読みだした信号を元に、位置検出器6bで位置誤差信号11b、トラック横断パルス12b及び残トラック数13bを検出し、これから位置決め補償器22は位置決め補償信号23を演算し出力する。

【0030】一方、サーボ信号データ信号共用面4bのトラック上にはサーボ信号とデータ信号が交互に書かれているため、ヘッド1bから読みだされるサーボ信号は、サーボ信号専用面4aから読みだされるサーボ信号よりも離散的になる。この結果、復調される位置信号の周波数帯域は、サーボ信号専用面4aから復調した位置信号の方が広がる。このため、外乱や振動の周波数成分が高い場合、サーボ信号データ信号共用面1bから読みだした位置信号が劣化している場合がある。そこで、サーボ信号専用面4aから読みだした信号を位置検出器6aへ入力し、その出力を用いて図2の場合と同様にして外乱補償信号28aを推定する。ヘッド1aと1bは可動部と一体に移動するため、ヘッド1aから読みだした位置信号とヘッド1bから読みだした位置信号は一致するはずである。しかし、ヘッド1aと1bとは機構的にオフセットしていることがあり、この場合は位置信号にも直流的なオフセットが現れる。そこで、低周波の外乱補償信号に対して不感にするために、外乱補償信号28aをハイパスフィルタ50に通し、その出力信号を新たな外乱補償信号28bとする。ハイパスフィルタ50の構成は、例えば図8のように、差動増幅器（オペアンプ）OPと抵抗器 R_1 、 R_2 とコンデンサ C_1 、 C_2 を使って実現できる。そのほかにも、ハイパスフィルタをマイクロコンピュータシステム30の中にソフトウェアとして実現する方法、即ちデジタルフィルタとして実現する方法もある。

【0031】以上のようにして得られた外乱補償信号28bを加算器29の入力に接続し、マイクロコンピュータシステム30が目標トラックの1トラック手前から推定手段を動作させ、目標トラックの4分の1トラック前から補正手段を動作させるように制御するという条件、即ち図2の実施例で説明したのと同じ条件で本実施例を実験した結果、その様子は図6に示したものと同一になった。このように、サーボ信号データ信号共用面からの位置信号からでは、外乱補償信号を十分作り出せないディスク記憶装置においても、サーボ信号専用面からの位

置信号を用いて外乱補償信号を作り出せば、外乱や振動を抑制してヘッドを目的のトラックに位置決めすることが可能となる。

【0032】図9は、本発明の方法を適用した磁気ディスク装置の他の実施例を示すブロック線図で、図1と同一番号をつけたブロックは同一内容のブロックを示す。本実施例では、復調回路8が位置誤差信号11の他に、円板4の周方向の位置を表すセクタ番号をデジタル信号としたセクタ信号60を出力している点が、図1の場合と異なっている。図1の実施例では、リアルタイムの外乱や振動の抑制を行ったが、推定手段のハードウェアの性能により実現が困難な場合がある。例えば高周波の振動を抑制するためには、推定手段に高速のCPUやメモリが要求されるが、低コストのマイクロコンピュータシステムしか利用できない場合は、外乱補償信号の推定に時間がかかり、位置決め時間がかえって長くなる場合がある。そこで本実施例では、ディスク記憶装置に作用する外乱や振動を相殺する外乱補償信号を、電源投入直後等に予め測定しておき、以後の補償動作はその測定結果を用いるようにしている。これは例えば、円板4の回転中心と重心が一致しない場合に生じる円板の回転周期振動や、ボイスコイルモータ2に作用する外力などのように、再現性のある外乱や振動を相殺するのに有効である。

【0033】円板4の全ての面のトラック上には、セクタ毎にサーボ情報とデータ情報が交互に書かれており、マイクロコンピュータシステム30は、ヘッドがセクタをよぎる事にデジタル入力回路44を介してセクタ信号60、デジタル位置誤差信号43、デジタル残トラック数13、及びデジタル駆動信号40の入力を行い、これらから外乱補償信号の演算を行うが、この外乱補償信号を推定する推定手段の動作は図1の実施例で示したものと同一である。

【0034】次に、電源投入直後とその後の一定時間毎に行われる外乱補償信号の推定と記憶がどの様に行われるかを図10のフローチャートを用いて説明する。図10は外乱補償信号テーブル作成ルーチンであって、電源投入直後とその後の一定時間毎に起動される。起動されるとまず、最上面に対向したヘッド1cで、ある決まった1つのトラック、例えば最外周トラックにヘッドを位置決めする(ステップ201)。次に、再現性のある振動や外乱のみを抑制する外乱補償信号を抽出するために、位置決め動作が定常状態になるまで待つ。例えばシークからフォロイングに切り替わってから円板が一周するまで待つ(ステップ202)。位置決め動作が定常状態になったところで、デジタル入力回路44を介して取り込まれたセクタ番号に対応させて、外乱補償信号をRAM33の外乱補償信号テーブルに記憶する(ステップ203)。次に、最下面に対向したヘッド1dについて、ステップ201、202、203と同じことを行

う(ステップ204~206)。最後にテーブル化しなかった別のヘッドについての外乱補償信号テーブルを、ステップ203で作成したテーブルと、ステップ206で作成したテーブルを一次補間して演算し、その結果をRAM33に記憶する(ステップ207)。

【0035】以上のような外乱補償信号テーブル作成ルーチンを、電源投入直後とその後の一定時間毎に起動し、テーブルを書き換えたのちの動作は、ヘッド番号とセクタ番号に対応した外乱補償信号を参照し、このデジタル出力回路38とDA変換器37を介して出力し、加算器29に加算することで補正動作を行う。図11は円板4の同期振動などにより生じる位置誤差信号の振動を示しているが、本実施例によればこれが図12のように除去される。

【0036】なお、上記の例では最上面と最下面という2面の外乱補償信号のみを測定し、他は一次補間により推定するものとしたが、上中下という3面あるいは全ての面について測定を行ってもよい。また1つの面について1つの代表トラックについてのみの測定したが、ヘッド1の円板の半径方向の位置によって大きさが異なる場合もあるため、1つの面の複数のトラック、例えば最外周、中周、最内周について測定するとか、最内周から最外周に向けて10トラック毎に測定し、そのほかのトラックについては近いトラックのデータから補間して求めるようにすることもできる。以上は磁気ディスク例としたが、光ディスク等の他の回転板にも適用できる。

【0037】

【発明の効果】本発明によれば、外乱や内力起因した振動が生じた場合でも、それらを打ち消し、残留振動を低減できるため、位置決め精度の向上とアクセス時間の短縮を図ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の方法を適用した磁気ディスク装置の第1の実施例を示すブロック線図である。

【図2】ヘッド制御系の等価的な機能を示すブロック線図である。

【図3】位置信号の説明図である。

【図4】第1の実施例のヘッド制御動作を示すフローチャートである。

【図5】従来のヘッド制御系の応答波形例を示す図である。

【図6】本発明のヘッド制御系の応答波形例を示す図である。

【図7】本発明の方法を適用した磁気ディスク装置の第2の実施例を示すブロック線図である。

【図8】ハイパスフィルタの構成例を示す図である。

【図9】本発明の方法を適用した磁気ディスク装置の第3の実施例を示すブロック線図である。

【図10】外乱補償信号テーブル作成のアルゴリズムを示すフローチャートである。

【図11】従来の磁気ヘッド制御系のフォロイング時の位置誤差信号の例を示す図である。

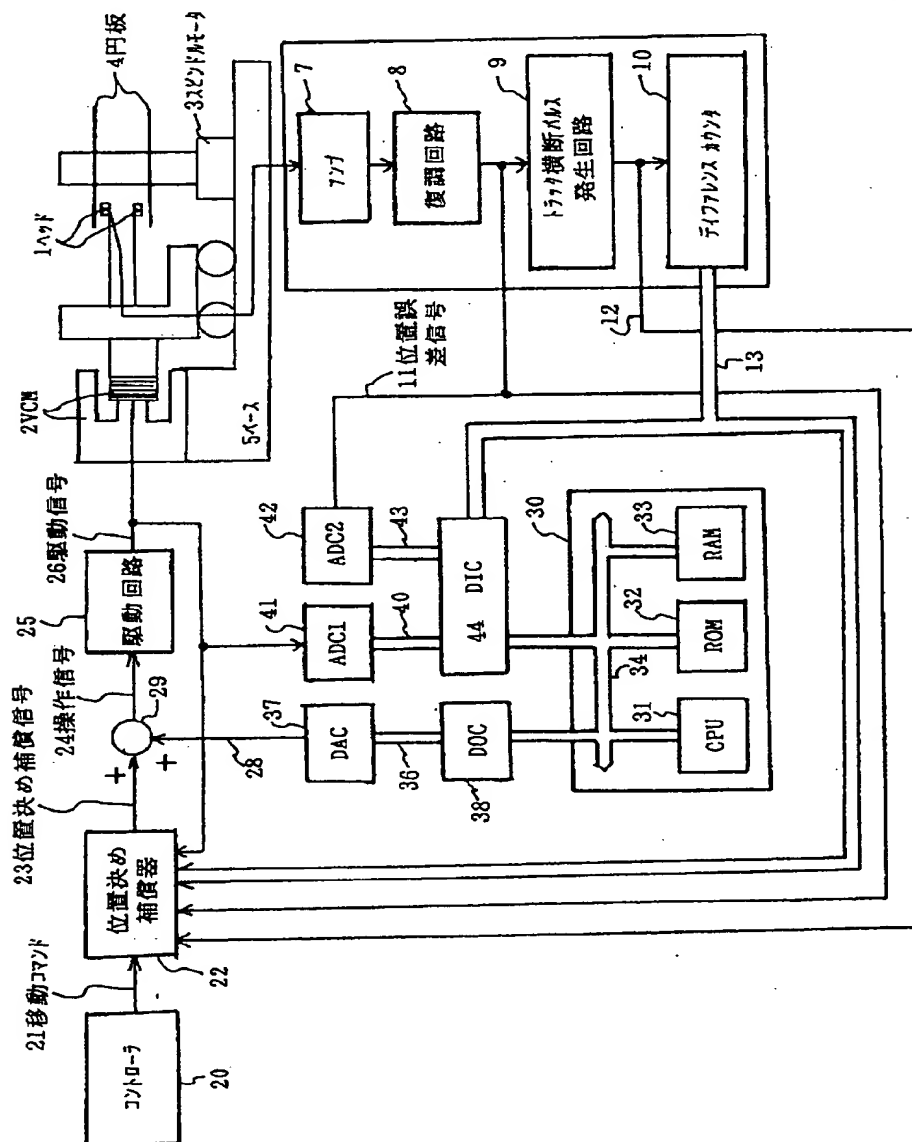
【図12】第3の実施例におけるフォロイング時の位置誤差信号の例を示す図である。

【符号の説明】

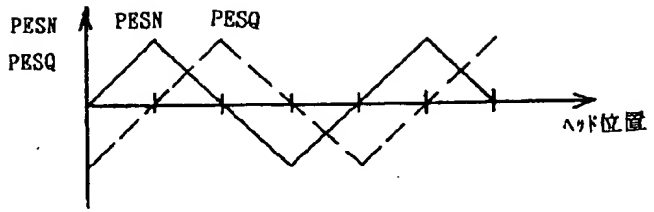
- 1 ヘッド
- 2 ボイスコイルモータ
- 4 円板
- 6 位置検出器
- 6 a 位置検出器
- 6 b 位置検出器

- 11 位置誤差信号
- 12 トラック横断パルス
- 13 デジタル残トラック数
- 22 位置決め補償器
- 23 位置決め補償信号
- 25 駆動信号
- 26 外乱補償信号
- 28 加算器
- 29 マイクロコンピュータシステム
- 30 ハイパスフィルタ
- 50 セクタ信号
- 60

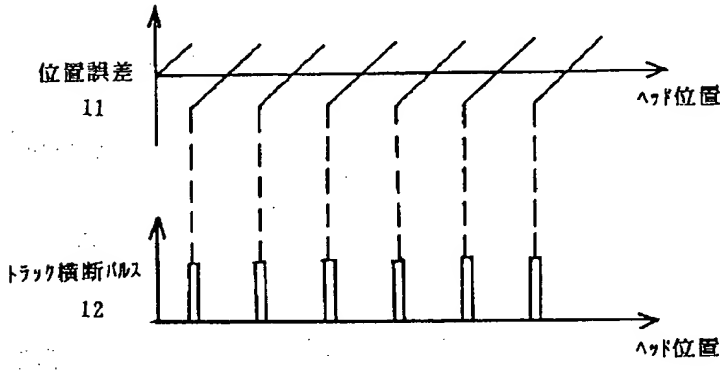
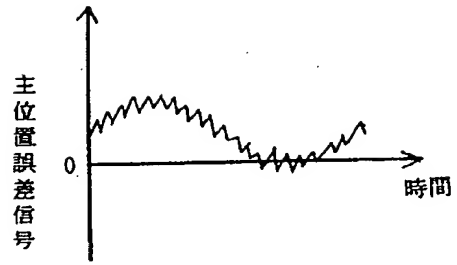
【図1】



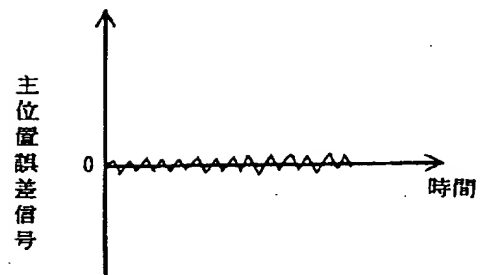
【図3】



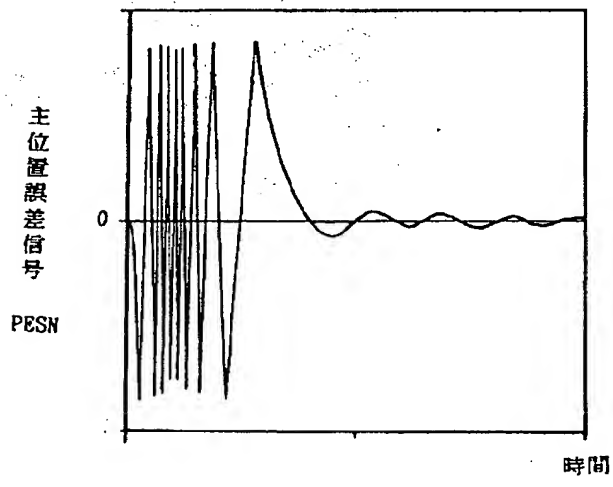
【図11】



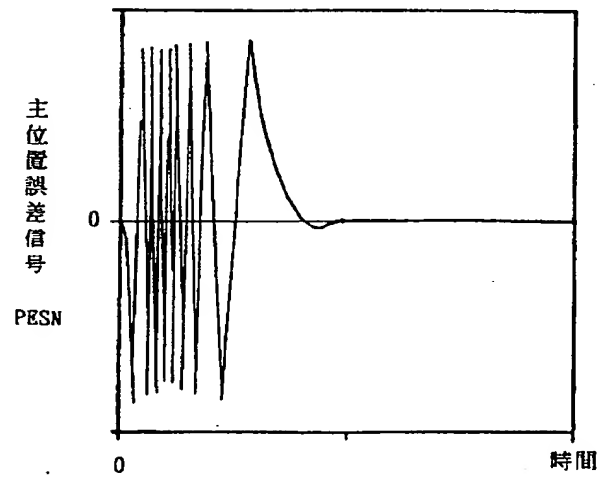
【図12】



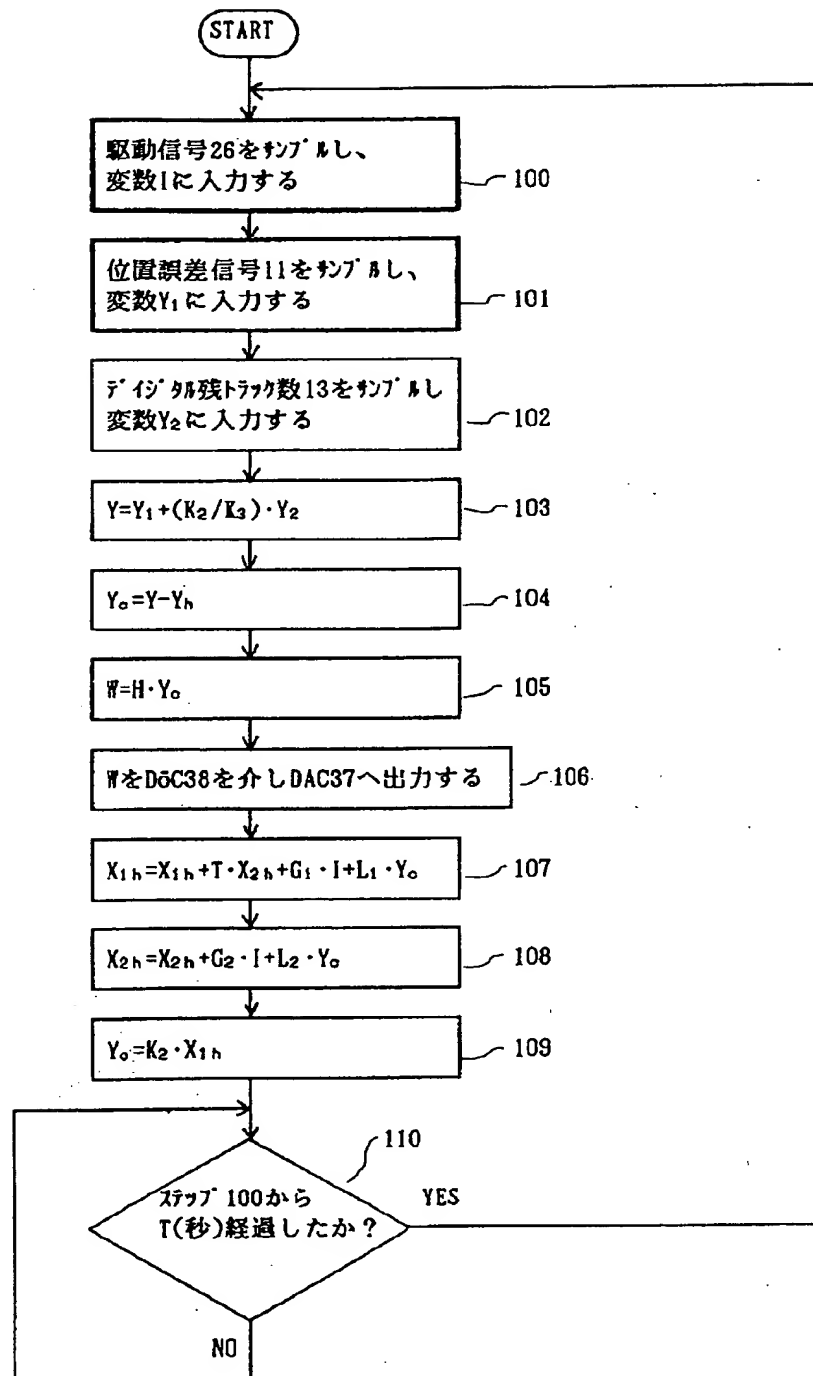
【図5】



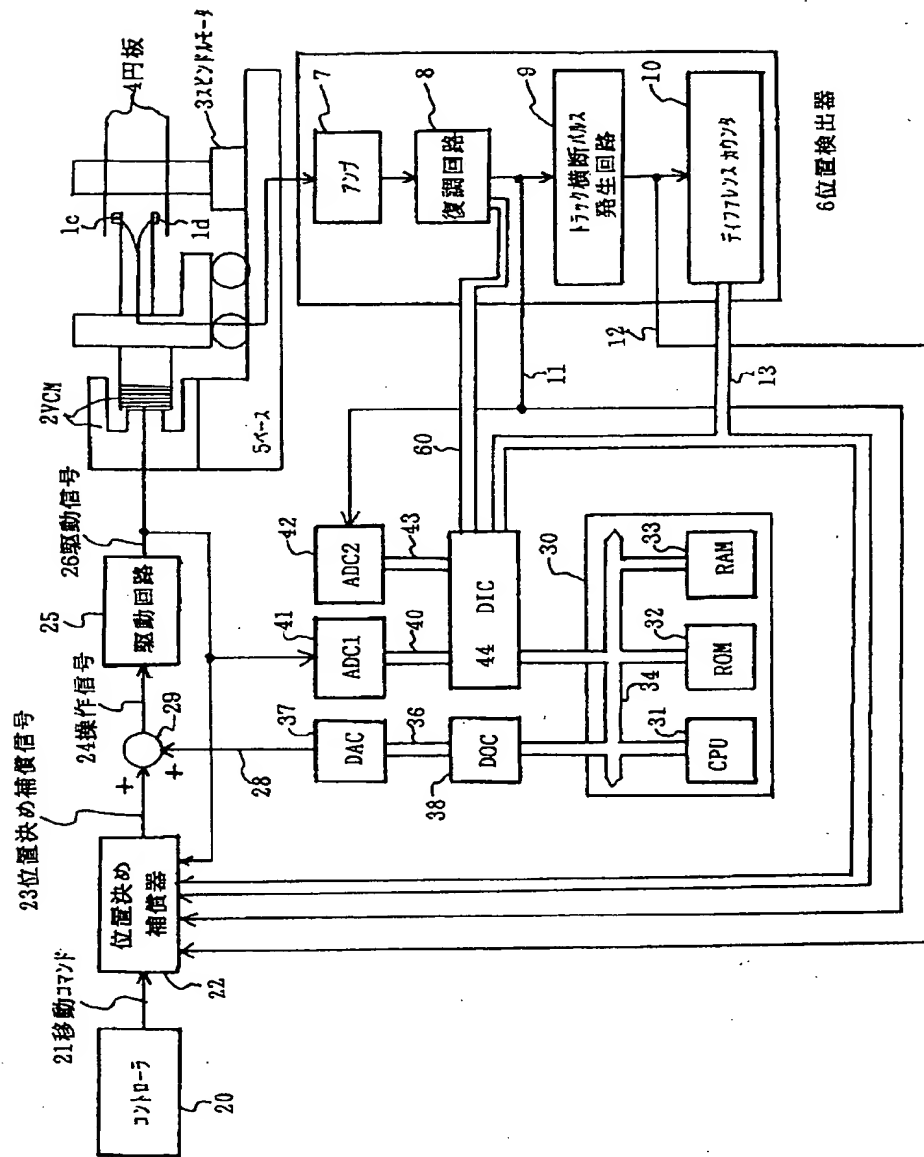
【図6】



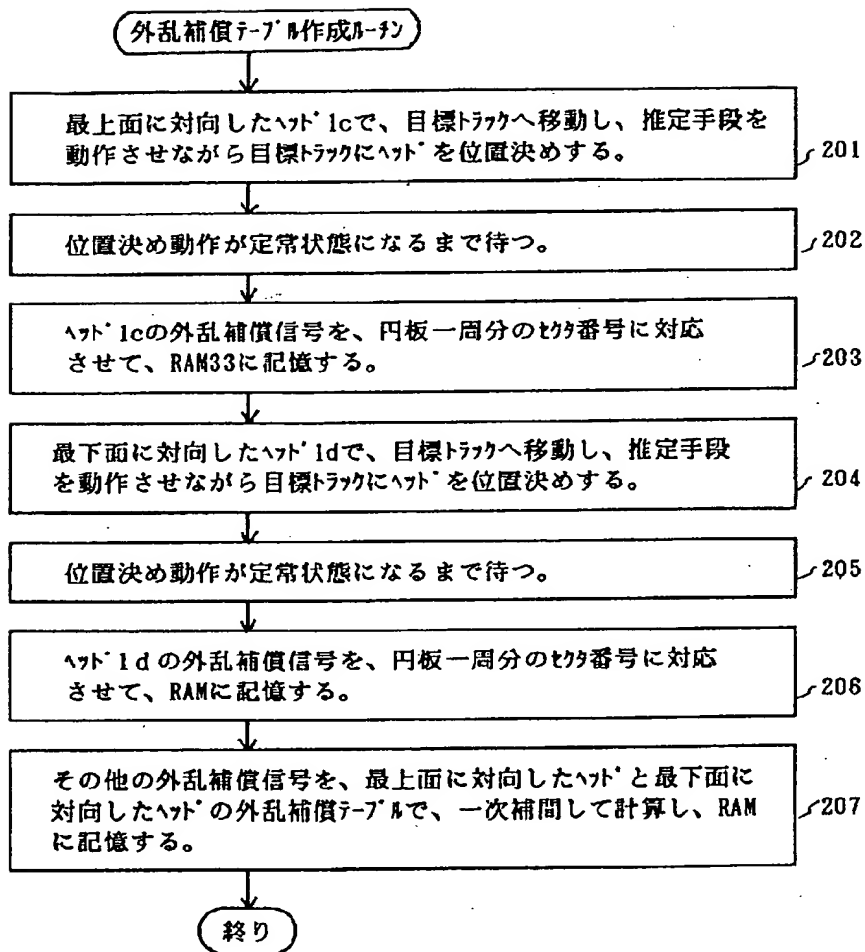
【図4】



【図9】



【図10】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.